

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09269810 A**(43) Date of publication of application: **14 . 10 . 97**

(51) Int. Cl.

G05B 19/4155**G05D 1/02****// A47L 11/00****B25J 9/10**(21) Application number: **08077162**(22) Date of filing: **29 . 03 . 96**(71) Applicant: **MINOLTA CO LTD**(72) Inventor:
NAKAMURA KYOKO
KAWAKAMI YUICHI
KANEFUJI YASUHISA
KAWAGOE NOBUKAZU

(54) TRAVELING OBJECT CONTROLLER

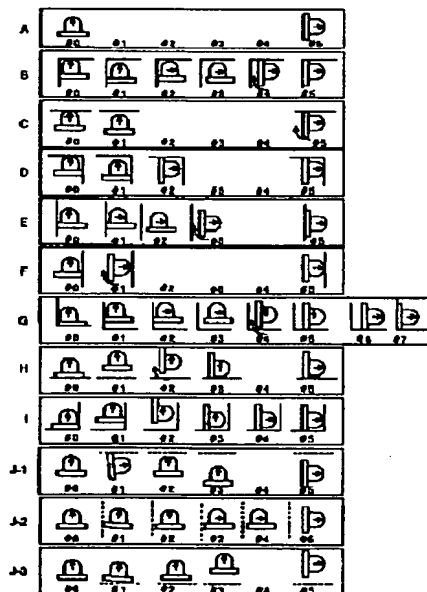
※は事項の向き

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a working robot controller capable of conducting operation corresponding to various environment and facilitating an operating method.

SOLUTION: In a right turning operation, e.g. a device stores (A to J) plural right turning operation sequences corresponding to the position of an obstacle around the working robot. When an operator inputs a simple instruction such as 'right turn' from the controller, the working robot grasps surrounding environment by means of a sensor, selects the most appropriate one of the stored operation sequences (A to J) and executes the selected operation.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-269810

(43) 公開日 平成9年(1997)10月14日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B	19/4155		G 0 5 B 19/18	V
G 0 5 D	1/02		G 0 5 D 1/02	L
				H
// A 4 7 L	11/00		A 4 7 L 11/00	
B 2 5 J	9/10		B 2 5 J 9/10	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平8-77162

(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 中村 恭子

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国

際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 川上 雄一

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国

際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

最終頁に続く

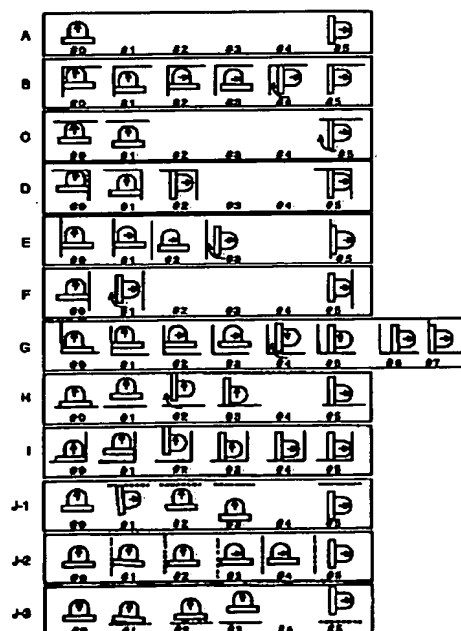
(54) 【発明の名称】 移動体制御装置

(57) 【要約】

【課題】 さまざまな環境に対応した動作が可能で、かつ操作方法が簡単な作業ロボットの制御装置を提供する。

【解決手段】 たとえば右回転動作において、作業ロボットの周囲の障害物の位置に応じた複数の右回転動作シーケンスを装置は記憶する(A~J)。操作者がコントローラより「右回転」などの単純な命令を入力すると、作業ロボットは周囲の環境をセンサにより把握し、記憶された動作シーケンス(A~J)から最も適切な1つの動作を選択し、選択された動作を実行する。

☆は車輪の向き



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1つの命令に対応する複数の動作を記憶する記憶手段と、

操作者から、移動体の動作に関する命令を入力する入力手段と、

前記移動体の置かれた環境を認識する認識手段と、

前記認識された環境に基づいて、前記入力された命令に対応する1つの動作を前記記憶手段から選択する選択手段とを備えた、移動体制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は移動体制御装置に関し、特に操作者から命令を入力することにより、移動体を入力された命令に従って制御するための移動体制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より移動するロボットなどを制御するための方法や装置が以下の公報において開示されている。

【0003】特開平6-214645号公報において移動ロボットの制御方法とその装置が開示されている。操作者がコントローラから移動命令を入力すると、ロボットは指示されたとおりの命令を実行する。命令は前進や後退などの単純な命令しか持ち合わせていない。操作者はロボットの置かれている環境を勘案して、最適な命令を送信する必要があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のロボットの制御方法では、操作者が前進等の命令を入力したときに実行される動作は決められていた。たとえば、回転動作をロボットに行なわせたいとき、ロボットの周囲に障害物があるときには、操作者はロボットが置かれた環境を把握し、壁面回避などのために主目的以外の動作を含んだ最も適切な動作を自ら選択し、リモコンなどを介してロボットに指示する必要があった。このことはロボットの操作を複雑なものとし、ロボットに対する細かな知識が操作者に要求されることにつながっていた。

【0005】

【課題を解決するための手段】そこでこの発明は、操作者が細かな知識を持っていなくても、単純な操作で移動体を適切に制御することのできる移動体制御装置を提供することをその目的としている。

【0006】上記目的を達成するため、請求項1に記載の装置は1つの命令に対応する複数の動作を記憶する記憶手段と、操作者から移動体の動作に関する命令を入力する入力手段と、移動体の置かれた環境を認識する認識手段と、認識された環境に基づいて、入力された命令に対応する1つの動作を記憶手段から選択する選択手段とを備える。

【0007】請求項1に記載の発明によると、入力された命令に対応する複数の動作の中から、移動体の置かれた環境に基づいて1つの動作が選択されるため、操作者は細かな知識を持つことなく単純な操作で移動体を適切に移動させることが可能となる。

【0008】

【発明の実施の形態】次にこの発明の好ましい実施の形態を図面を参照して詳しく説明する。図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【0009】（第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施の形態における自走式清掃ロボット1とそのコントローラ2の外観を示す斜視図である。

【0010】図を参照して、清掃ロボット1は壁などとの接触を検知するための接触センサ7と、壁などとの間の距離を測定し、壁などに倣った走行を実現するための倣いセンサ8a～8dと、不織布を回転させることにより、床面に対して清掃作業を行なう清掃作業部31と、ユーザに対し操作ガイダンスやエラーメッセージなどを表示する表示部18と、作業を開始させるための作業開始ボタン90とを備えている。また、メモリカード13を清掃ロボット1に挿入することにより、記憶された命令を清掃ロボット1は実行することが可能である。

【0011】清掃ロボット1は、駆動輪を備える走行部と、車体部と清掃作業部とから構成される。走行部と車体部とは相対的に回転自在に構成される。清掃作業部31は車体部に取付られている。

【0012】図2はコントローラ2の平面図である。図を参照して、コントローラ2は清掃ロボット1を遠隔操作したり、走行や作業を教示するために用いられる。コントローラの入力部として、動作シフトボタン群40と、方向指定のための十字カーソルボタン35と、モードを切替えるためのモード切替ボタン36と、清掃ロボットの動作の開始を指示するための開始ボタン37と、動作の停止を指示するための停止ボタン38と、動作を一旦停止させるための一旦停止ボタン39と、設定の取消を行なう取消ボタン52と、入力されたデータの設定を行なうための設定ボタン53と、電源スイッチ46とが配設されている。動作シフトボタン群40は、車体部の向きは変えずに走行部の向きのみを左右に回転させる走行部回転ボタン41、車体部と走行部とを同時に回転させる車体部回転ボタン42、清掃作業部31を車体部に対して左右に移動させるための清掃作業部スライドボタン43、Uターン動作を指定するUターンボタン44、ジグザグ走行を指定するためのジグザグボタン45を含む。これらのボタンを組合せて使用することで、清掃ロボットの遠隔操作、作業の教示、編集などの操作が行なわれる。

【0013】またコントローラ2は液晶表示装置により構成される表示部49を有している。表示部49にはジグザグ走行の設定メニューなどが表示される。ユーザは

表示部49を見ながら、十字カーソルボタン35や設定ボタン53などを用いることにより、データを入力することが可能である。

【0014】従来のコントローラでは、右回転、左回転などの具体的な動作をそれぞれ対応した1つのボタンに結びつける方法がとられていた。そのため、ロボットの動作が複雑になるに従って、コントローラのボタン数が増えて、コントローラが大きくなったり、操作者が必要なボタンを探すことが困難になるという課題を有していた。しかし、本実施の形態におけるコントローラでは、動作シフトボタン群と十字カーソルボタンとをコントローラの左右に振り分けているために、コントローラを両手で支えた状態で、操作者は左手側の動作シフトボタン群で作業内容を選択し、右手側の十字カーソルボタンで動作方法を選択するという使用方法が可能となった。

【0015】このようなコントローラのボタンの配置を採用することによって、ロボットの複雑な動作を、感覚的に容易な理解が可能な操縦方法で指示することが可能となった。またコントローラのボタン数を減らすことが可能となり、これによりコントローラのコストダウンを図るとともに、さらに使用者にとっては作業させる対象のロボットを注視した状態でコマンドを入力することが可能となった。

【0016】またコントローラは入力部（各種ボタン）から指定された命令を本体へ送信したり、本体の内部状況や周辺状況を本体から受信するための通信部を搭載している。本体からコントローラへの通信方法としては、赤外線や電波、有線などが考えられるが、本体とコントローラの置かれる環境によって最も適した方法を選択することが可能である。本実施の形態においては、電磁波の発生により他の装置の誤動作を招くことがないように赤外線通信を採用することとした。

【0017】コントローラの表示部49は液晶ディスプレイから構成される。表示部49は入力ガイダンスや、本体側に送信したコマンド、本体がコマンドを実行した結果、各種のエラーメッセージなどユーザに必要な情報を表示することが可能である。また、コントローラは通信部以外にも外部インタフェースを有し、パーソナルコンピュータやプリンタなどの外部機器と直接的または間接的に接続可能な構成となっている。入力部、通信部および表示部はコントローラ制御部に接続され、これによって制御されている。さらに、コントローラはコントローラ制御部内蔵メモリまたは外部メモリを有しており、コントローラから送信された命令や本体側から返信された動作命令群を記憶することができる。

【0018】自動走行などで使用する走行および作業データは、教示モードで作成したデータを用いてもよいし、または本実施の形態では記載しないが、パーソナルコンピュータなどの編集装置を使用して、実際の走行をせずに表示画面上で前進、後退、回転などの動作を入力

したり、また作業する範囲の情報を入力し、それをもとに編集装置上で直進距離やUターンのピッチ、作業部の移動などを自動生成することにより得た走行および作業データを用いることとしてもよい。

【0019】図3は図1の清掃ロボット本体1の構成を示す平面図である。図を参照して、清掃ロボットは走行部と車体部と清掃作業部とを備えている。走行部には、ロボットの駆動を行なうための駆動輪3a、3bと、駆動輪に接続され、ロボットの移動距離を検出するための距離検出計（エンコーダ）79a、79bと、ロボットのバランスをとるための従動輪4a、4bとを備えている。

【0020】車体部は前述の接触センサ7と、微いセンサ8a～8dと、ロボットの前方および左右の障害物までの距離を検出する測距センサ6a～6cとを含む。

【0021】清掃作業部31は、車体部に接続される。清掃作業部31は、その各々が回転することにより洗剤の塗布などを行なうためのロータ9a～9dを含んでいる。

【0022】図4および5は走行部の具体的な構成を示す平面図である。図を参照して、走行部30は、2つの駆動輪3a、3bと、駆動輪を駆動するための駆動輪駆動モータ60a、60bを備えている。図示しないエンコーダ79は駆動輪の回転数を読み取り、清掃ロボットが走行した距離を計測する。走行部には2つの従動輪4a、4bが設けられている。従動輪は清掃ロボットの重量を駆動輪とともに担っている。図示されるように、2つの従動輪4a、4bは、中心線X-X'の垂線Y-Y'の延長線上に中心線から対称に配置される。従動輪の少なくとも一方には図示されないサスペンション機構が設けられている。サスペンション機構には凹凸があるような床面の走行時においても、駆動輪が必ず床面に設置し、駆動輪のスリップや空転を防ぎ、安定した走行とエンコーダの検出誤差を少なくするという効果を有している。

【0023】直進走行時においては、2つの駆動用モータは同方向に回転する。これにより図4の矢印“A”方向にロボットは移動することが可能である。

【0024】また回転動作を行なう際には、2つの駆動用モータはそれぞれ逆方向に回転される。これにより、図5の矢印“B”で示される方向にロボット本体は回転することが可能である。なお、回転動作時には、図5に示されるように従動輪4a、4bは回転動作に適合するように、垂線Y-Y'に直交する方向に向きが変わる。

【0025】さらに駆動輪の駆動の比率を制御することで、カーブ走行を行なうことができる。

【0026】図6は走行部と車体部とを相対的に回転させる車体部回転機構の構成を示す図である。

【0027】図示されるように、走行部フレーム66はベアリング内輪保持具67でベアリング内輪61に固定

されている。また、ベアリング外輪62には、車体部回転駆動歯車63がベアリング外輪保持具64により固定されている。さらにベアリング外輪保持具64には、車体部フレーム65が固定されている。

【0028】さらに、走行部フレーム66には車体部回転用モータ68が装着されている。モータ68はギアを介して、車体部回転駆動歯車63を駆動する。さらに、車体部回転駆動歯車63には、ギアを介して、図示しないポテンショメータが取付けられており、走行部に対する車体部の回転角度を正確に検出することが可能である。

【0029】このような構成により、走行部に対して車体部は独立して回転可能な構成をとっている。

【0030】本実施の形態においては、車体回転用モータとしてステッピングモータが採用されている。しかしながらステッピングモータに代えてサーボモータを採用してもよい。

【0031】この車体回転機構により、車体部を走行部のY-Y'軸に対して、約 -90° ～ $+90^{\circ}$ まで回転することができる。

【0032】さらに、走行部の回転中心近くにはジャイロセンサが装着され、走行部の回転角度を検出したり、直進走行の制御を行なうために使用される。走行部の駆動輪駆動用モータや車体回転駆動用モータ、ジャイロセンサなどは車体部にある図示しない電源部と走行部CPUにより制御される。駆動用モータや車体回転駆動用モータ、ジャイロセンサおよび走行部CPUの電源供給線や制御線は、走行部と車体部とをつなぐリング型の車体回転用ベアリングの中心部を通すことにより、走行部と車体部の回転による配線の大きなねじれや引きつりが生じることが防止されている。

【0033】車体部の外部ケースは走行部を覆うような形になっている。車体部外部ケースには、清掃ロボットが壁際を走行するために使用する壁センサーが取付けられており、その壁センサーはまた障害物や壁があることを認識するためのセンサとしても用いられる。

【0034】車体部には、側面や前後面に作業部周辺の空間や物体の存在や物体までの距離、壁の有無、床面の変化など、作業ロボットの周辺環境を認識するための赤外線測距センサ4と接触センサ7が取付けられている。

【0035】なお本実施の形態においては、赤外線センサを使用したのが、環境を認識することができるものならセンサとして採用することができる。たとえば超音波センサ、テレビカメラなどを用いることが可能である。また、本体カバー全体はバンパーセンサになっており、清掃ロボットが障害物や壁に接触したことが検知できるようになっている。

【0036】図7は清掃作業部の構成を示す平面図である。清掃作業部は清掃作業を行なうための部分である。洗浄液が洗浄液タンク85から、導出されたチューブ7

2を通じて、滴下口71a～71dにより床面に滴下される。モータにより駆動されるロータ9a～9dが回転することにより洗浄液の塗り伸ばしと、床面の圧擦が行なわれ、これにより清掃が行なわれる。洗浄液の滴下は一定量を安定供給するためにポンプ22が用いられている。

【0037】清掃作業部にはロータ9a～9dが複数備えられている。そのうち少なくとも1つに配置したロータ回転センサ74の検出結果を用いて、ポンプ22の動作のタイミングがとられる。これによりロータに直接洗浄液が当たることがないように、洗浄液の滴下を行なうことが可能である。

【0038】さらに、滴下口近くに液検出センサ73が設けられており、洗浄液の導出状況を検知できるようになっている。

【0039】図8は液検出センサ73の動作原理を説明するための図である。液検出センサは、発光ダイオードなどにより構成される投光部75と、フォトダイオードなどにより構成される受光部76と屈折率の高い透明樹脂ブロック77とを備える。チューブ72は透明で、その屈折率は透明樹脂ブロック77の屈折率とほぼ等しく、チューブ72と透明樹脂ブロック77とは密着している。投光部75より出射された光が受光部76で検出されることにより、洗浄液がチューブ内にあるか否かが検出される。

【0040】図8(A)に示されるように、洗浄液がチューブ72内に存在していなければ、投光部75より出射された光はチューブ72の内壁面で全反射される。これに対し、図8(B)を参照して、チューブ72内に洗浄液が満たされている場合には、洗浄液の屈折率がチューブ72の屈折率に近い値のため、投光部75より出射された光は、チューブ72を透過する。これにより洗浄液がチューブ内にあるか否かの検出が行なわれる。

【0041】このようにして構成されたセンサは小型であるため、ロータや滴下口の邪魔をすることなく配置することが可能である。

【0042】液検出のためのセンサとしては、他に音波を用いるセンサ、光を透過させその光量を検出するセンサなどを用いることが可能である。

【0043】なお清掃作業部全体は車体部に対して清掃部移動モータにより左右に移動可能である。

【0044】図9は図1に示される清掃ロボット1の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、清掃ロボット1は大きくはロボットの走行制御を行なう走行制御部32と、清掃作業の制御を行なう清掃作業制御部33とから構成される。

【0045】走行制御部32は、走行部の処理を司る走行部CPU27と、左右各々の駆動輪3a、3bの駆動制御を行なう駆動制御部14a、14bと、車体部と走行部とを相対的に回転させるための回転制御部69と、

走行制御手順等を記憶する走行制御部メモリ28とから構成される。

【0046】走行制御部32には、左右の駆動輪の回転量から清掃ロボットの走行距離を検出する距離検出計（エンコーダ）79a、79bと、清掃ロボットの周辺環境を認識するための測距センサ6と、走行部と車体部とを相対的に回転させるための回転モータ68とが接続されている。

【0047】清掃作業制御部33は、清掃作業部の処理を司る作業部CPU12と、表示部18での表示の制御を行なう表示制御部19と、本体の作業の開始、停止や電源の投入などを行なうための入力部16での入力制御を行なう入力制御部17と、メモリカード13の読取を行なうメモリカード読取部77と、コントローラとの間で通信を行なう通信部11と、洗剤を滴下するためのポンプ22を制御するポンプ制御部23と、ロータ9を制御するロータ制御部15と、清掃作業部を移動させるためのモータ25を駆動する清掃部移動制御部26と、電源回路21とを備える。

【0048】また、清掃作業制御部33には、洗剤の滴下を検出する液検出センサ73と、接触センサ7と、ジャイロセンサ78と、微いセンサ8と、バッテリー20とが接続されている。

【0049】作業部CPU12と走行部CPU27とは相互に接続されている。なお走行作業部メモリ28は送信された命令や、外部環境をも記憶する。このようなメモリは作業部CPUに内蔵のものを使用したり、メモリカードのような着脱可能なものを使用してもよい。

【0050】図10はコントローラ2の回路構成を示すブロック図である。図を参照して、コントローラは、コントローラの制御を行なうコントローラ制御部CPU51と、表示部49の制御を行なう表示制御部81と、前述のボタンなどにより構成される入力部80の制御を行なう入力制御部47と、清掃ロボット1との間で通信を行なうための通信部48と、通信部の制御を行なう通信制御部82と、バッテリー83と、外部インタフェース50とを備える。

【0051】外部インタフェース50を介して、コントローラ2はパーソナルコンピュータやプリンタなどの外部機器と接続可能である。

【0052】次に清掃ロボットの制御方法について説明する。清掃作業ロボットは、コントローラとともに使用してコントローラより清掃ロボットを遠隔操作したり、作業の教示や編集を行なう使い方2と、コントローラは用いずに清掃作業ロボット単体で使用して、清掃作業ロボットに挿入されている外部のメモリカードに入力されている作業を再生する使い方1とを併有する。

【0053】普段の清掃作業では、普通コントローラ2は必要ではなく、使い方1でロボットは使用される。

【0054】使い方1では操作者がロボットを清掃した

い場所に動かし、その作業場所の清掃について記憶しているメモリカードをセットし、ロボット本体にある作業開始ボタンを操作者が押すと、清掃作業ロボットはメモリカードに記憶されている、教示モードや編集装置で作成された動作命令を順次再生する。これにより以前教示された内容と全く同じ作業を実行する。メモリカードに記録された作業命令を動作し終えた後は、ロボットは自動的に停止する。

【0055】カードには、後述の作業の教示の際に作業内容とともに洗剤液の滴下量（塗布厚）も記憶されている。再生の際には、カードに記憶された滴下量で洗浄液の滴下を行ないながら作業が行なわれる。

【0056】乾拭きが記憶されている場合を除いては、カードの内容を再生する際に、作業開始前に液検出センサで滴下口まで洗浄液が押出されていることが確認される。その後一定期間自動的に洗浄液が排出される。このときロータが回転することで、作業前にロータの清浄パッドに不足している洗浄液を予めしみこませておく。

【0057】従来の作業ロボットでは予め洗浄液をパッドにしみこませないまま走行が開始されていた。そのため走行開始時点での洗浄液の塗布が薄くなったり、かすれたりしていた。本実施の形態では、作業を行なう前に一定量だけ清浄パッドに洗浄液をしみこませておくことで、作業開始時から終了時までの洗浄液の塗布が均等に行なえるようになっている。

【0058】なお、本実施の形態では液検出センサを用いて滴下の確認を行なっているが、ポンプを起動してから一定期間をおいてから作業を開始することでも同様の効果が得られる。しかしながら、このような方法はポンプが動作していても液が滴下口まで本当に来ているかどうかを確認していないので、確実な方法ではない。

【0059】このような通常のカード再生方法とは別に、教示の際にカードに記憶された塗布厚を用いずに、強制的に乾拭きで作業を実行する作業方法（強制乾拭きモード）も用意されている。

【0060】操作者が清掃ロボットのスタートボタン90を押しながら、液排出ボタンを押すと、清掃ロボットはカードに記憶されている塗布厚にかかわらず、洗浄液を滴下することなしに、記憶してある経路を走行する。

【0061】この強制乾拭きモードでは、清浄パッドとして乾拭き用のワイピングクロスを使用すれば、清掃効果が向上する。従来技術においては、この強制乾拭きモードがなかったために、同一の作業内容で洗浄液を用いる場合と乾拭きの場合とがあれば、2枚のカードを用意する必要があった。しかし、このように強制乾拭きモードを用意することで、カードには洗浄液を用いて清掃を行なう際の塗布厚を記憶しておけば、乾拭きを実行する際にもそのカードを使用することができる。これによりカードを1枚作成するだけで乾拭きと洗浄液を用いた清掃との両方を行なうことができる。

【0062】清掃ロボットの使い方2には(1)操縦モード、(2)教示モード、(3)編集モードの3種類のモードが設けられている。以下各々のモードでの動作について説明する。

【0063】(1) 操縦モード

図11は操縦モードにおける処理を示すフローチャートである。

【0064】図を参照して、ステップ#102で、操作者がコントローラを用いて動作の内容を入力する。これにより清掃ロボットは遠隔操作される。ユーザは主としてコントローラの右側に位置する十字カーソルボタン35とコントローラ左側に位置する動作シフトボタン群40の組合せで、ロボットに対して動作の指示を行なう。操縦モードでの清掃作業ロボットの洗浄液の塗布厚は、コントローラに含まれる液量ダイヤルで設定される。

【0065】ステップ#103において、コントローラは通信部48を用いて命令を清掃ロボットに対して送出する。

【0066】ステップ#104においてロボットはコマンドを受信する。ステップ#105でロボットはそのコマンドを解析し、ステップ#106で解析されたコマンドを実行する。

【0067】ステップ#102からの動作は操縦モードが終了するまで繰返し行なわれる。たとえば前進や後退を行なわせるときには、操作者は動作シフトボタン群を使用することなく、十字カーソルボタンでロボットの進行方向を入力する。ボタンが押されたときに、清掃ロボットは走行を開始する。

【0068】このとき清掃ロボットはコントローラからの動作の指示を受取ると、現在自分が置かれている環境をセンサにより判断し、最も適切な前進方法や後退方法をいくつかの動作方法の中から選択して実行する。

【0069】たとえばコントローラから前進の命令が出力されたときの動作について、図12のフローチャートを参照して説明する。

【0070】ステップ#401で前進命令が入力されたのであれば、ステップ#402で、左右のいずれかの做いセンサが壁に接触しているか否かが判定される。ステップ#402でYESであれば、ステップ#406において做い走行が実行される。

【0071】ステップ#402でNOである場合は、ステップ#403で左右の壁までの距離を測距センサ6により測距できるか否かが判定される。ステップ#403でYESであれば、ステップ#405で測距センサによる測距を行ないながら前進する測距前進が実行される。なお測距前進においては、左右両側の壁が測距できる場合には、左右両側の壁までの距離を測距しながら前進を行なう。片方の壁しか測距できない場合には、片方の壁のみを測距しながら前進が行なわれる。

【0072】ステップ#403でNOであれば、センサ

類を使用しないで、エンコーダ79により車輪の回転数が左右で一定となるように走行を行なう通常前進が実行される。

【0073】すなわち前進または後退動作時には、その直進性を保つために4つの方法が用意されている(図13~図17)。

【0074】壁に接触した做いセンサが離れないように走行を行なう方法(図13、図14)と、車体の両側の壁までの距離の比率を一定に保つように走行する方法(図15)と、片側の壁までの距離を一定に保つように走行する方法(図16)と、車輪の回転数を左右同数になるように走行する方法(図17)とである。

【0075】図12に示されるフローチャートでの処理により、まず做いセンサ8が接触している場合には、図13、14の壁際を走行する做い走行が選択される。做いセンサ8の接触がなく、赤外線測距センサ6で左右両側ともに壁までの距離が測定できる場合には、図15のように前進中も定期的に壁までの距離を測定し、左右の壁までの距離の比率を一定に保つように走行が行なわれる。

【0076】片側の壁が測距できる場合には、図16のように測距結果が一定になるように制御する方法が選択され、赤外線測距センサで距離が測定できない場合には、図17のセンサ類を使用しないで車輪の回転数が一定になるような走行が実行される。

【0077】したがって、做い走行、両側測距走行、片側測距走行、車輪の回転数を検出する走行の順で、走行方法は選択される。この選択の順序は、直進性の高い走行方法、つまり最も信頼性の高い走行方法を選ぶためのものである。

【0078】選択は清掃ロボット側で行なわれ、操作者は前進/後退だけを指示するだけでよいので、簡単に動作を指示することができる。

【0079】なおセンサを使用しない走行中には、十字カーソルボタンの左側方向または右側方向を押すことにより、左または右カーブが開始される。

【0080】カーブは左右のモータの回転数や回転方向を変化させることにより実行される。左方向や右方向のボタンが離されることによりカーブ動作が終了し、直進走行動作が続けて行なわれる。

【0081】各走行において、前進または後進動作を停止するには、十字カーソルボタンの中央に位置する中央ボタンを押すことにより動作が停止される。

【0082】図18は、図13に示される左做い走行の制御を説明するための清掃ロボットの平面図である。

【0083】図を参照して、接触センサである做いセンサ8a~8dはロボット本体の左右に前後2箇所ずつ取り付けられている。

【0084】左の壁を做い走行する場合には、左側の前後の做いセンサ8a、8bが使用される。右の壁を做い

走行する場合には、右側の前後の倣いセンサ8c、8dが使用される。

【0085】接触式倣いセンサによる倣い走行時には、基準距離(D0)と走行時の測距結果とが等しくなるように制御が行なわれる。また壁に対する走行方向の傾き(K)が検出され、それが0になるように清掃ロボット

$$K = (Df - Db) / L$$

図19は左側に接触倣い走行するときの制御を示すフローチャートである。

【0088】倣い走行時には所定時間(t4)ごとに図19に示される処理が実行される。ステップ#61において、壁に接触する側の前後の倣いセンサにより、壁までの距離(Df、Db)が測距される。

【0089】ステップ#62において、前方の倣いセンサの測距値(Df)と基準距離(D0)との差である測距の偏差(ΔD)が求められる。

【0090】ステップ#63において、走行方向の傾きKが(1)式により算出される。ステップ#64において、評価関数が計算される。評価関数とは距離の偏差(ΔD)に走行方向傾き量(K)を重み付け(KGain)して加えたものである。評価関数の値が設定値v3より大きければステップ#67で左カーブ制御が行なわれ、評価関数の値が設定値-v3とv3との間にあるときは、ステップ#66で直進制御が行なわれる。また設定値-v3より小さいときには、ステップ#65で右カーブ制御が行なわれる。カーブ量(カーブ半径)は、評価関数の値の大きさに応じて増減される。

【0091】このようにして制御が行なわれることにより、次のような特徴を持った制御が可能となり、壁に平行な直進走行が実現される。

【0092】特徴1：左側前方の倣いセンサの測距値Df、左側後方の倣いセンサの測距値Dbを用いて制御が

$$Rpos = Dr / (Dr + D1)$$

この値は一般的な廊下や、部屋のように、壁が平行である場所では壁からの距離と等価な数値として扱うことができる。またロボットが倣うべき壁に平行にある場合と平行でない場合で値が変化しないという利点を有している。

【0098】走行中、両側の壁までの距離が測定され、その時点での距離割合値(Rpos)が計算され、その値が走行開始時の距離割合値(Rpos0)と同じになるように走行することにより、壁に沿った走行が可能となる。

【0099】図においては、位置12-1において走行前開始時のRpos0の値が計算される。

【0100】位置12-2で、走行時にRposの値が計算される。この場合ロボットは壁に対して平行ではないが、Rposの値は右壁からの距離割合値を表わす。この場合Rpos>Rpos0であるので、右にカーブする走行が行なわれる。

の制御が行なわれる。

【0086】前後の倣いセンサの間隔をL、前の倣いセンサの測距結果をDf、後ろの倣いセンサの測距結果をDbとすると、ロボットの進行方向の傾きは、式(1)で近似的に計算することができる。

【0087】

$$\dots (1)$$

行なわれる。Dfが基準値D0より大きいときには、壁に近づく方向(左方向)にカーブ走行が行なわれる。小さいときには離れる方向(右方向)にカーブ走行が行なわれる。

【0093】特徴2：DfとDbの差によって、ロボットの壁に対する傾きが検出される。Df>Dbのときには、ロボットが壁から離れる方向に傾いているので、壁に近づく方向(左方向)にカーブ走行が行なわれる。逆の場合には壁から離れる方向(右方向)にカーブ走行が行なわれる。

【0094】図20は図15の両側の壁を測距することにより前進を行なう場合の処理について説明するための図である。

【0095】ロボットの進行方向に垂直な方向の壁までの距離を測定する測距センサがロボットの両側に設けられている。左右の壁までの距離Dr、D1から、壁との距離に対応する数値(距離割合値)が求められる。距離割合値が用いられて直進走行が行なわれる。これにより安価なセンサを用いることにより正確に壁に倣った走行を行なうことが可能となる。

【0096】図を参照して、走行時に左右の測距センサにより、両側の壁までの距離(Dr、D1)が測定される。ロボットから壁までの距離に対する距離割合値(Rpos)が式(2)により求められる。

【0097】

$$\dots (2)$$

【0101】位置12-3で、走行時にRposの値が計算される。この場合もRpos>Rpos0であるので、右にカーブが続けられる。

【0102】位置12-4で、走行時にRposの値が計算される。この場合はRpos<Rpos0であるので、左にカーブが行なわれる。

【0103】位置12-5で、走行時にRposの値が計算される。この場合Rpos=Rpos0であるので、直進が行なわれる。

【0104】図21は回転命令がリモコンより入力されたときのロボットの制御ルーチンを示すフローチャートである。

【0105】図を参照して、ステップ#701において、ロボットの周囲の壁がセンサによりセンシングされる。ステップ#702において、センシングされた結果により動作が選択される。

【0106】ステップ#703において動作中に回避動

作が必要であるか否かが判定される。

【0107】YESであれば、ステップ#706において回避動作が行なわれる。NOであれば回避動作は行なわれない。

【0108】ステップ#704において回転動作が実行される。ステップ#705において回転動作後に復帰動作が必要であるか否かが判定され、YESであればステップ#707において復帰動作が行なわれる。

【0109】図22は図21の回転動作（ステップ#704）の具体的な処理を示すフローチャートである。

【0110】図を参照して、ステップ#801において作業部の前部が壁に接触したか否かが判定される。

【0111】ステップ#801でNOであれば、ステップ#802において作業部の後部が壁に接触したか否かが判定される。

【0112】ステップ#802でNOであれば、ステップ#803で回転動作が行なわれる。ステップ#804で指定された角度の回転が終了したか否かが判定され、YESであれば回転動作は終了する。

【0113】ステップ#801でYESであれば、ステップ#805で回転動作開始時の状態に逆回転で復帰する。

【0114】ステップ#806で45°以上の回転が行なわれているか否かが判定され、NOであればステップ#807で横移動して壁から退避された後、ステップ#803からの処理が行なわれる。

【0115】ステップ#806でYESであれば、ステップ#808で後退して壁から退避された後、ステップ#803からの処理が行なわれる。

【0116】ステップ#802でYESであれば、ステップ#809で回転動作開始時に逆回転で復帰され、ステップ#810で前進して壁から退避された後に、ステップ#803からの処理が行なわれる。

【0117】次に具体的な回転動作について説明する。回転動作は動作シフトボタン群と十字カーソルボタンの組合せて指示される。回転動作とは、ロボットの中心位置を変化させることなく、その進行方向を90°右または左に回転するという動作である。

【0118】操作者はまず操作シフトボタン群より、回転シフトボタンを押下し、それを押しながら回転したい方向を十字カーソルボタンの左方向の部分または右方向の部分を押して指示する。コントローラは左または右回転のコマンドを清掃ロボットに送信する。回転動作の場合、壁との接触状況に応じて動作ユニットが作成される。コマンドが受信されると、清掃ロボット本体では動作前にまず周囲の壁をセンシングしてから、その状況で最適なユニットを選択して、動作を開始する。

【0119】本実施の形態において清掃ロボットが想定している周囲の環境は図23に示されるAからIの9種類の環境である。

【0120】たとえば右回転動作が選択された場合における各々の環境での回転動作について説明する。

【0121】図23に示されるAからIの各々の環境に対応して、図24に示されるAからIの各々の動作ユニットが選択される。

【0122】また、特殊な場合としてAからIの動作ユニット中の回転動作中に周囲の壁との接触が生じた場合に使用される、壁回避動作ユニットJがある。壁回避動作ユニットJには壁の方向に応じてJ-1からJ-3までの動作ユニットがある。

【0123】たとえば図25に示される状態では、回転動作が開始された時点においては、前壁の接触のみが検知されているため、Cに示される動作ユニットが選択される（図26）。しかしながら、Cで示されるユニットのステップ#1の動作の時点で、回転動作中に清掃作業部は左側にある壁に接触してしまう。その場合には、回転ユニットのJ-2が回転方法として新たに選択され、元の位置に回転が戻された後、ユニットJ-2の動作内容に基づいて図27に示されるように回転が行なわれる。

【0124】また、壁回避動作ユニットJの動作中に、新たに別の方向の壁と接触した場合には、異なるJの動作ユニットが選択される。たとえば、AからIの動作ユニット中の回転動作中に後方の壁に接触した場合、動作ユニットはJ-3に移行する。次にJ-3の動作ユニット中の回転動作中に左側の壁に接触した場合、動作ユニットはJ-3からJ-2に移行する。

【0125】なお、Jの動作ユニット中の回転動作中に反対側の壁と接触した場合には、回転不能と判断して元にいた場所に戻って停止する。たとえば、AからIの動作ユニット中の回転動作中に左側の壁に接触した場合、動作ユニットはJ-2に移行する。次にJ-2の動作ユニット中の回転動作中に（左側の壁から離れるために右方向へ移動中）に右側の壁に接触した場合は、回転不能と判断して回転動作前の場所に戻って停止する。

【0126】このように動作中に次々変化する状況に対応して動作ユニットは選択し直されるため、どのような場合においても動作は適切に行なうことができる。

【0127】以下に図24に示される回転動作ユニット（右回転）の各々の動作内容について説明する。なお、図中ロボット内の矢印は車輪の向きを示す。

【0128】A-動作開始時に壁接触なし
#0 周囲に壁がない状態で回転開始。

【0129】#5 回転終了。

B-前方および左側に壁がある場合

#0 前方および左側に壁があることを検出する。

【0130】#1 回転可能な位置まで後退する。

#2 走行部のみ回転を行なう。

【0131】#3 左壁より前進で離脱する。

#4 車体部のみを回転する。

【0132】#5 後退し動作を終了する。
 C-前方に壁がある場合
 #0 前方に壁があることを検出する。
 【0133】#1 後退を行なう。同時に回転を開始する。
 #5 回転を終了する。
 【0134】D-前方および右側に壁がある場合
 #0 前方および右側に壁があることを検出する。
 【0135】#1 後退を行ない、回転を開始する。
 #2 回転を終了する。
 【0136】#3 左壁より前進で離脱する。
 #5 前進し動作を終了する。
 【0137】E-左側に壁がある場合
 #0 左側に壁があることを検出する。
 【0138】#1 走行部のみ回転を行なう。
 #2 前進して壁から離脱する。
 【0139】#3 車体部のみ回転する。
 #5 後退し、回転を終了する。
 【0140】F-右側に壁がある場合
 #0 右側に壁があることを検出し、回転を開始する。
 【0141】#1 壁から離れた状態で回転を終了する。
 #5 前進を行ない、動作を終了する。
 【0142】G-後方および左側に壁がある場合
 #0 後方および左側に壁があることを検出する。
 【0143】#1 前進して、後方の壁から離脱する。
 #2 走行部のみ回転を行なう。
 【0144】#3 前進して、左壁から離脱する。
 #4 車体部のみ回転する。
 【0145】#5 側壁(図中下側の壁)に接触するまで前進する。
 #6 走行部のみ回転する。
 【0146】#7 壁に接するように後退して動作を終了する。
 H-後方に壁がある場合
 #0 後方に壁があることを検出する。
 【0147】#1 前進して、壁から離脱する。
 #2 車体部を回転する。
 【0148】#3 後退して、壁に接触する。
 #5 走行部を回転して動作を終了する。
 【0149】I-後方および右側に壁がある場合
 #0 後方および右側に壁があることを検出する。
 【0150】#1 前進して、後方の壁から離脱する。
 #2 車体部を回転する。
 【0151】#3 後退して、後方の壁に接触する。
 #4 走行部を回転して、進行方向を変える。
 【0152】#5 前進して前方(図中右側)の壁に接触することで動作を終了する。
 J-壁回避動作
 J-1 近前方壁回避動作(回転動作中に前方の壁に接

触した場合)
 #0 周囲に壁がない状態で回転を開始する。
 【0153】#1 45°以上回転したところで、清掃作業部の側方が壁に接触することにより、前方に壁があると判断する。
 【0154】#2 回転を元に戻す。
 #3 回転可能なところまで後退する。その状態で再び回転が開始される。
 【0155】#5 回転を終了する。
 J-2 近左側壁回避動作(回転動作中に左側の壁に接触した場合)
 #0 周囲に壁がない状態で回転を開始する。
 【0156】#1 45°回転するまでに、清掃作業部の側方が壁に接触する。これにより左側に壁があると判断される。
 【0157】#2 回転を元に戻す。
 #3 走行部のみ回転させる。
 #4 前進して、左側の壁から離脱する。
 【0158】#5 車体部のみ回転させて、動作を終了する。
 J-3 近後方壁回避動作(回転動作中に後方の壁に接触した場合)
 #0 周囲に壁がない状態で回転を開始する。
 【0159】#1 後方が壁に接触することにより、後方に壁があると判断する。
 #2 回転を元に戻す。
 【0160】#3 回転可能な位置まで前進し、再び回転を開始する。
 #5 回転を終了する。
 【0161】また図28から図36に示すように、回転動作において、清掃作業部を移動することにより、その回転動作が適切に行なわれるようにしてもよい。図28から図36において、図中に示された“*”は、清掃ロボットが前進する動作において、掃作業部が壁に接触した場合に清掃作業部を壁と反対方向に動かす動作を示す。“**”は回転中に清掃作業部が壁に接触した場合に清掃作業部を壁と反対方向に動かす動作を示す。“***”は短い距離後進しながら清掃作業部を移動させる動作を示す。“****”は短い前進を行ないながら清掃作業部を中央位置に移動させる動作を示す。
 【0162】なお図中清掃ロボットの駆動輪の向きを↑で示す。図28を参照して、周りに何も無い場合は、回転動作が開始された後(A)、そのまま指定された通りの回転を行なう(B)。
 【0163】図29を参照して、前方および左側に壁がある場合(A)には、短い距離後進する(B)。次に、駆動輪の方向が右側へ進行する方向へ変えられる(C)。次に、右側に移動しながら、清掃作業部が中央位置に戻される(D)。そして、時計方向に所定の角度回転動作が行なわれ、その際に清掃作業部が壁に接触し

たならば、清掃ロボットが時計方向に所定の角度回転できるように、壁と反対の方向に清拭作業部を移動する(E)。次に壁に接触するまで後退する(F)。これにより、清掃のし残しがなく、清掃ロボットの回転動作を行なうことができる。

【0164】図30を参照して、前方に障害物がある場合(A)、短い距離の後進が行なわれ(B)、図29の(E)と同様にして、時計方向に所定の角度回転を行なう(C)。

【0165】図31を参照して、前方および右側に壁がある場合(A)は、後進が行なわれ(B)、図29(E)と同様に時計方向に所定の角度回転を行なう(C)。

【0166】図32を参照して、左側のみに壁がある場合(A)は、まず駆動部のみを清掃作業部が壁から離れる方向に移動する(B)。次に、短い距離移動しながら、清掃作業部が中央位置に戻される(C)。次に所定の角度だけ回転動作が行なわれる(D)。そして後進が行なわれ、回転動作を終了する(E)。

【0167】図33を参照して、右側のみに壁がある場合(A)は、回転動作が行なわれ(B)、壁に接触するまで前進が行なわれる(C)。

【0168】図34を参照して、後方および左側に壁がある場合(A)は、前進動作が行なわれ(B)、駆動輪の向きが右側に移動可能となるように変えられる

(C)。次に、右側に駆動が行なわれながら、清掃作業部が中央位置に戻される(D)。その後、右方向への回転動作が行なわれる(E)。次に清掃ロボットは、図面に対して下向きに駆動され、このとき同時に清掃作業部が壁に接触した際には壁と反対方向に移動される

(F)。移動が完了した状態で、紙面に対して左側に清掃ロボットが移動可能となるように駆動輪の向きが変更され(G)、紙面に対して左側に清掃ロボットが駆動される(H)。

【0169】図35を参照して、後ろ側のみに壁がある場合(A)は、短い距離の前進が行なわれ(B)、車体部のみ所定の角度回転が行なわれる(C)。次に、紙面に対して下側に清掃ロボットは駆動され、その際に清拭作業部に壁が接触したならば、清拭作業部は壁と反対方向に少し移動される(D)。次に、駆動輪の位置が清掃ロボットが前進可能となるような位置に戻され回転は終了する(E)。

【0170】図36を参照して、右側および後方に壁がある場合(A)には、短い距離の前進が行なわれ(B)、車体部のみ所定の角度回転される(C)。次に、清掃ロボットは紙面に対して下側に駆動され、その際に清拭作業部に壁が接触したならば、清拭作業部は、壁と反対方向に少し移動される(D)。次に、紙面に対して右側に清掃ロボットが移動可能となるように駆動輪の位置を回転させ(E)、前方が壁に接触するまで前進

が行なわれ動作は終了する(F)。

【0171】このような連続した動作を清掃ロボットに行なわせることにより、操作者は単に“右回転”という単純な命令を入力するだけで、最も効率的な動作を実行させることができる。これにより清掃ロボットの使い勝手が向上し、かつ効率の良い作業を行なうことができる。

【0172】また、ロボットには90°回転だけではなく、90°以外の任意の角度回転をさせることも可能である。この場合、前述した回転シフトボタンを押しながら、十字カーソルボタンの上方向または下方向を押している間、右方向または左方向に回転動作が行なわれる。ボタンを放すことにより、その場で清掃ロボットは停止する。

【0173】このような任意角度の回転を実行する場合にも、前述のようにたとえば壁に接しているときに回転動作を実行する前に清掃ロボットを壁から少し離れるように制御することが可能である。またこのような任意の回転動作を開始し、停止させると、停止命令を受ける位置によっては、停止が行なわれた時点で回転中心が動作開始時とは異なる位置に停止してしまう場合がある。これを防ぐためには、センサによって周りに壁がない場合のみ任意角度の回転を行なうことができるように制御すればよい。

【0174】図37は操作者がUターン動作の命令を入力したときに清掃ロボットが行なう動作を説明するための図である。

【0175】Uターンとは、前進動作を行なった後(図A)に作業部とともに進行方向を90°変化させ(図B)、少しの距離前進した後(図C)、さらに進行方向を同じ方向に90°変化させる(図D)動作である。これにより、Uターン開始時とは進行方向が180°変えることができるとともに、所定の距離だけ右または左に清掃ロボットをずらすことが可能である。

【0176】本実施の形態における清掃作業ロボットは、床面に対し清掃作業を行なうことを目的としている。その目的を達成するためには、指定された平面上を作業仕残すことなく、隈なく走行することが必要とされる。そのため、走行時の回転や直進性の誤差を考え、一定の走行作業で可能な作業幅をオーバーラップさせる形でUターンを行ない往復走行させることが、隈なく走行する上で効率が良いと考えられる。Uターン命令はそのための配慮がなされている。

【0177】操作者はコントローラ2からUターンの回転方向や、最初の回転後に前進する距離等を指定することができる。具体的なUターンの操作として、まずコントローラの動作シフトボタン群のUターンシフトボタンを操作者は押しながら、十字カーソルボタンの左方向または右方向でUターンさせたい方向を指示する。そうすると、Uターンピッチメニューが表示部には表示され

る。今度は十字カーソルボタンの上方向や下方向を用いることによりピッチ量を変化させ、適当な数値を入力した後、動作を開始させるために設定ボタンを押下する。

【0178】設定ボタンの押下により、清掃作業ロボットは動作を開始する。Uターンを終了すると清掃ロボットは自動的に停止する。Uターン動作のそれぞれの回転、前進および回転動作においては、前述の回転動作、前進動作が壁の状況に応じて選択され実行される。そのため、確実に環境に適応した動作を実行することが可能となっている。

【0179】(2) 教示モード

教示モードにおいては、操縦モードと同様に、ユーザはコントローラを用いて清掃ロボットを遠隔操作する。これにより清掃作業や走行経路の実走が行なわれ、その命令と結果とがメモリに記憶される。

【0180】教示モードにおいて、操作者は前進、後退、右カーブ、左カーブ、左回転、右回転、左Uターン、右Uターン、左横移動、右横移動、清掃作業部の左移動、清掃作業部の右移動、右ジグザグ走行および左ジグザグ走行の命令を入力することが可能である。

【0181】また、それらの命令以外にも、ロボットを指定期間だけ停止させるための一旦停止コマンドが用意されている。一旦停止コマンドにより、停止する時間を秒単位で指定することが可能である。たとえば狭い道から広い道へロボットが出ていくときに、広い道へ出る少し前に、清掃ロボットを一旦停止させることにより、周囲にいる人に注意を喚起することができる。

【0182】命令と結果とを記憶するメモリは作業ロボット本体側にあり、メモリカードをメモリとして用いてもよいし、内蔵メモリを用いてもよい。

【0183】メモリに記憶された命令群は、清掃ロボット本体から、またはコントローラからの開始命令で再生することができる。記憶された動作は開始命令により何度も同じように確実に繰返すことができる。

【0184】操作者は教示開始時には、実際の清掃と同じコースを走行させるために、清掃ロボット本体を作業の開始位置に誘導する。この誘導はコントローラの遠隔操作によってもよいが、運搬して設置してもよい。教示時には、実際の清掃と同様に洗浄液を滴下し、ロータを回転させてもよいが、教示の際には作業は行なうことなしに、走行経路を走行させたり、作業動作を仮に実行させるだけでもよい。

【0185】図38は教示モードにおける処理を示すフローチャートである。操作者は操縦モードで実行するのと同じようにコントローラを操作してロボットを走行させる(図38のステップ#202)。

【0186】コントローラから送信された命令は清掃ロボット本体により受信される。清掃ロボット本体では現在の周囲の状況を測定し、コントローラが要求している動作を実行するために適当な動作を選択し実行する。そ

の際に実行された結果である動作命令群は、コントローラ側に結果として返信され、コントローラ上のメモリに記憶される(ステップ#203)。

【0187】教示を終了する(ステップ#204でYES)と、コントローラ上のメモリには、教示の結果である動作命令群が記憶されている。教示終了後に、コントローラは教示命令の最適化を行なう(ステップ#205)。最適化については後述する。

【0188】教示命令の最適化を終了した後、コントローラからロボット本体側に作成された命令を再度送信し(ステップ#206)、本体側メモリはこれを記憶する(ステップ#207)。

【0189】使い方1の再生時にはこの記憶された命令群が再生される。これにより所望の作業を間違いなく何度でも実行できる。

【0190】なお教示の際の洗浄液の塗布厚は操縦モードと同様にコントローラの液量ダイヤルで設定される。

【0191】なお教示モードにおいては、メモリカードを再生する場合と比べ、動作速度を遅く設定することができる。これによって、前進動作や回転動作などの実行の際の駆動輪の滑りを小さくしたり、または接触センサが壁などに当接した際の反作用で車輪が滑り回転数に誤差が生じたり、清掃作業ロボットの位置がずれてしまったりして正確なデータが得られないということを防止することができる。

【0192】なおこのメモリカードの再生時において、たとえば前進動作を再生実行する際、記憶されている命令が「壁に近い走行」であるのに、再生前の障害物や壁の状況で該当する箇所のセンサに何の接触もないときには、再生エラーとして警告がリモコンに表示され、警告音が発せられる。これにより操作者はメモリカードが作業を行なう領域に対応したものでないことを知ることができる。つまり、図25、26、27で例示したように、教示時にはセンサでとらえきれない周囲の環境状況により、回転時等に壁に接触する機会が多く、スリップ等が生じやすいが、動作速度を遅くすることにより、これを防止できる。再生時には、教示時での動作をもとに行動するので、教示時の回転途中等に壁と接触した場合等では予め接触しない位置まで移動した後行動することになる。この結果再生時は動作を速くすることができる。

【0193】次に教示の最適化(図38のステップ#205)の内容について説明する。たとえば操作者がロボットを目視しながら適当な距離だけ進めるように教示する場合には、まず前進コマンドを送信し、ロボットを前進させる。操作者はロボットが所望の位置で停止するようにストップコマンドを送信する。しかし、停止操作が遅れたり、または早すぎたりしてロボットが目標位置を行き過ぎてしまったり、目標位置に到達する前に停止してしまう場合がある。このようなときには、操作者は細

かく前進コマンドや後退コマンドを送り、微調整を行なう必要がある。たとえば本来は作業の開始位置から目標位置まで清掃ロボットの前進を行なう1つのコマンドを教示させたいところが、結果として目標位置に到達しないうちに停止してしまったり、目標位置を超えてしまう場合があるのである。このような教示内容を記憶して、そのまま再生をすると開始位置から目標位置までを走行することはできるが、教示のときに行なった微調整まで再生されてしまう。

【0194】このような問題を解決するため、本実施の形態における清掃ロボットは最適化により連続した直進系のコマンドを合成し、1つの直進系コマンドに変換する。これにより本当に教示したいコマンドを記憶させることが可能である。

【0195】前述の説明どおり、教示モードにおいて操作者が出力した命令によりロボットが行なった動作は、一旦コントローラ上のメモリに記憶される(図38のステップ#203)。操作者が教示終了ボタンを押すことにより、コントローラは合成を開始する。

【0196】メモリに記録された動作命令の最初からスキップが行なわれ、連続する直進系の命令が発見されると、その走行距離を前進の場合は加算、後退の場合は減算してさらにスキップが続けられる。直進系の命令の連続が終了した場合には、以上の合成を終了し、走行距離の和が走行距離と一致する1つの命令に統合される。教示結果として記憶されるのは、この統合された距離を走行する命令である。もちろん合成の結果、走行距離が負になった場合には、前進命令が後退命令に置換される。

【0197】(3) 編集モード

図39は編集モードにおける処理の流れを示すフローチャートである。

【0198】図を参照して、ステップ#302においてロボットのメモリ内に記憶されている動作が再生される。再生は1つの命令ごとに行なわれ、ステップ#303において、再生される内容が表示部に表示され、以降の記憶された内容を削除するか実行するかがユーザにより選択される。削除が選択されたとき(ステップ#303でYES)は、ステップ#304で新しい教示を追加するか否かがユーザにより入力される。

【0199】ステップ#304でYESであれば、ステップ#305で図38に示される教示モードと同様の処理が行なわれ、新しい教示内容が追加される。

【0200】ステップ#306で元の動作内容と新しく追加された内容とが連結される。ステップ#307において、連結された内容はロボットに送信され、ステップ#308においてメモリに記憶される。

【0201】なおステップ#303でNOであれば、ステップ#302からの処理が行なわれ、ステップ#304でNOであれば、ステップ#307からの処理が行な

われる。

【0202】次に編集モードにおける具体的な操作内容について説明する。編集モードは、既に教示モードで作成した動作内容をコントローラを用いて削除、変更または追加するためのモードである。教示の方法と同様に、ロボットを動作させながら編集は行なわれる。

【0203】まず、操作者は編集するカードをロボットに挿入し、ロボットを動作開始位置に誘導する。誘導は教示と同様に、コントローラの遠隔操作によってもよいが、運搬して設置してもよい。またこのとき実際の清掃と同様にロータを回転させ作業をさせてもよいが、教示の場合と同様に作業は行なうことなしに仮に走行経路を走行させたり、作業動作を仮に実行させるだけでもよい。

【0204】編集モードに入ると、本体のメモリカードよりコントローラヘデータの読込が行なわれる。読込まれたデータは順次実行され、変更したい箇所までロボットの作業は進められる。

【0205】編集モードでは、コントローラのメニュー画面に次に実行する命令が表示され、さらに実行するか、これ以降の命令群を削除するか何れかを選択できるようになっている。ユーザは十字カーソルボタンの左右キーで選択して、設定ボタンを設定することにより選択を行なうことができる。実行を選択した場合には、作業が行なわれ、次の動作について同様の確認画面が表示される。

【0206】削除を選択実行すると、メモリカードに記憶されているこれ以降の命令群は削除され、新たな作業を追加することができる。

【0207】変更したい箇所までロボットの作業を進めた後、新たな作業を追加する場合は、前述の教示の方法と同様にロボットを実際に遠隔操作することにより、動作命令群が作成される。編集の場合も教示の場合と同様に、命令群は一旦コントローラのメモリに記憶され、そこで削除されなかった以前の命令群と新しく追加された命令群を合せて、命令の合成が可能なものについて合成が行なわれる。その後、ロボット側に合成の行なわれた命令が送信され、ロボット本体のメモリもしくは外部のメモリカードに記憶し直される。

【0208】図40は教示された内容の再生を行なう動作を示すフローチャートである。本実施の形態における清掃ロボットは、教示データを再生する際に命令実行ごとに周囲の障害物や壁の状況と、記憶されている命令を照合し、命令に周囲の状況が合致しない場合には再生異常と判断して、警告を発することを特徴としている。

【0209】図40を参照して、ステップ#1001において、記憶されている再生命令より使用するセンサ(たとえば傾斜センサ、測距センサなど)が特定される。ステップ#1002において、特定されたセンサにより周囲の環境がセンシングされる。

【0210】ステップ#1003において、使用するセンサの作動状況が再生される命令と異なるか否かが判定され、YESであれば、ステップ#1005においてエラーが表示部に表示され、警告音が出力される。

【0211】ステップ#1003においてNOであれば、再生が開始される。上述の本実施の形態における清掃ロボットの利点は以下のとおりである。

【0212】(1) ロボット側で環境をセンサを用いて認識した後に、数種類ある命令から適当なものを選択実行することができる。これにより最も効率良く、信頼性の高い動作を行なうことが可能である。

【0213】(2) ユーザは、最も上位概念（たとえば前進など）だけを指示すればよいので、操作者は複雑な操作や細かな清掃ロボットに関する知識を必要とされずに、清掃ロボットの制御を行なうことが可能である。

【0214】(3) 命令の選択はロボット自身が行なうので、同じ環境ではいつも同じ動作が実行される。

【0215】(4) また前述の前進、後退の場合とは異なり、回転動作などでは清掃作業部を移動させたり、前進、後退走行の複数の動作の組合せを予め想定される環境ごとに用意し、その命令群を実行することで、操作者の指定した命令を環境に合致した複雑な動作を用いて実行することが可能である。

【0216】(5) 動作が環境に合わせて予め用意されているので、周囲の壁や障害物の状況といった単純なセンサの情報だけで、清掃作業部の壁からの退避動作、回転のための余地をつくるための横移動や後退動作などの複雑な種類の動作が組合わされた動作をすばやく実行することが可能である。

【0217】(6) また、教示者が指示した命令は、単純な命令ではあるが、教示、編集時にはその環境に合致した壁側センサを使用する前進、測距センサを使用する前進、センサを使用しない前進などのロボットが自らのセンサで周囲を測定しその結果によって選択した動作方法が記憶される。このため、再生時にロボットがメモリに記憶された動作を実行する直前に現在のロボット本体の周囲の環境をセンサで認識し、その環境で行なうのが適当でない命令があれば、その命令は不適当であり、ロボットが想定するような環境にいないことが容易に推定できるという利点もある。

【0218】(7) さらに、送信した単純な命令ではなく、ロボットが選択した命令群を記憶する利点として以下のことが挙げられる。教示した動作を後に編集する場合、作業者が指示した単純な命令を記憶していると、その指示内容に対するロボットの選択する命令群の動作の数が多い場合には、その動作すべてが一度に消去されてしまう。このような消去は再教示の効率が悪くなるという結果に結びついていた。本実施の形態においては、1つ1つの選択された動作を記憶するために、その一部を消去することが可能であるので、不必要な部分を操作

者は選択して消去することが可能である。

【0219】なお図40に示されるフローチャートにおいて、動作開始時のみのセンサの作動状況を再生される命令と比較するようにしたが、1つ1つの再生動作において、逐次センサの作動状況と再生命令とが一致するか否かを判定するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における清掃ロボットとコントローラの外観を示す斜視図である。

【図2】図1のコントローラの平面図である。

【図3】図1の清掃ロボットの構成を示す平面図である。

【図4】直進走行における走行部の動作を説明するための図である。

【図5】回転動作時における走行部の動作を説明するための図である。

【図6】走行部と車体部とを回転させる機構について説明するための図である。

【図7】清掃作業部の構成を示す平面図である。

【図8】図7の液検出センサ73の動作原理を説明するための図である。

【図9】清掃ロボットの回路構成を示すブロック図である。

【図10】コントローラの回路構成を示すブロック図である。

【図11】操縦モードにおける処理を示すフローチャートである。

【図12】操縦モードにおいて前進命令が出力された場合の処理を示すフローチャートである。

【図13】左側進行を示す図である。

【図14】右側進行を示す図である。

【図15】左右の壁を測距することにより前進する方法を示した図である。

【図16】右側の壁との間の距離を測距することにより直進を行なう動作を説明するための図である。

【図17】左右の駆動輪の回転数を検出することにより直進を行なう動作を説明するための図である。

【図18】左側の壁にぶつて走行する状況を説明するための図である。

【図19】側進行における処理を示すフローチャートである。

【図20】両側の壁を測距しながら前進する処理を説明するための図である。

【図21】右回転または左回転のコマンドが入力されたときの処理を示すフローチャートである。

【図22】図21の回転動作（#704）の具体的な処理を示すフローチャートである。

【図23】推定される清掃ロボットの置かれる9つの環境を説明するための図である。

【図24】右回転動作において清掃ロボットが選択する

ことのできる動作シーケンスを示す図である。

【図25】センサが前方にある壁のみを検知している状態を説明するための図である。

【図26】図25に示される状態から壁の退避動作が行なわれる状態を示す図である。

【図27】図26に示される状態から、右回転が行なわれ清掃作業部が左側の壁に接触したときに、対応した動作を行なう処理を示す図である。

【図28】周りに何も無いときの清掃ロボットの右回転動作を示す図である。

【図29】壁際で前方に障害物がある場合の右回転動作を示す図である。

【図30】前方に障害物がある場合の右回転動作を示す図である。

【図31】右壁際で前方に障害物がある場合の右回転動作を示す図である。

【図32】左壁際における右回転動作を示す図である。

【図33】右壁際における右回転動作を示す図である。

【図34】左壁際で後方に障害物がある場合の右回転動作を示す図である。

作を示す図である。

【図35】後ろに壁がある場合の右回転動作を示す図である。

【図36】右壁際で後方に障害物がある状態での右回転動作を示す図である。

【図37】Uターンの基本動作を説明するための図である。

【図38】教示モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図39】編集モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図40】教示された内容を再生する動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 清掃ロボット本体

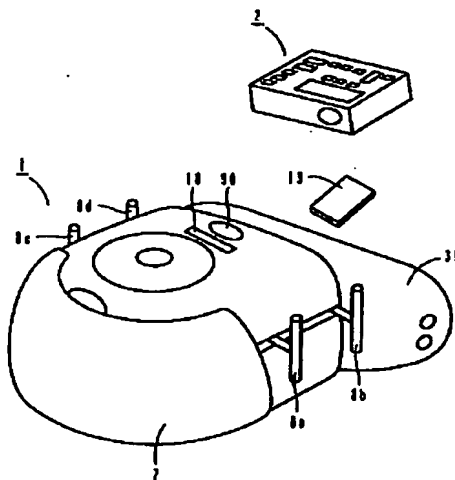
2 コントローラ

13 メモリカード

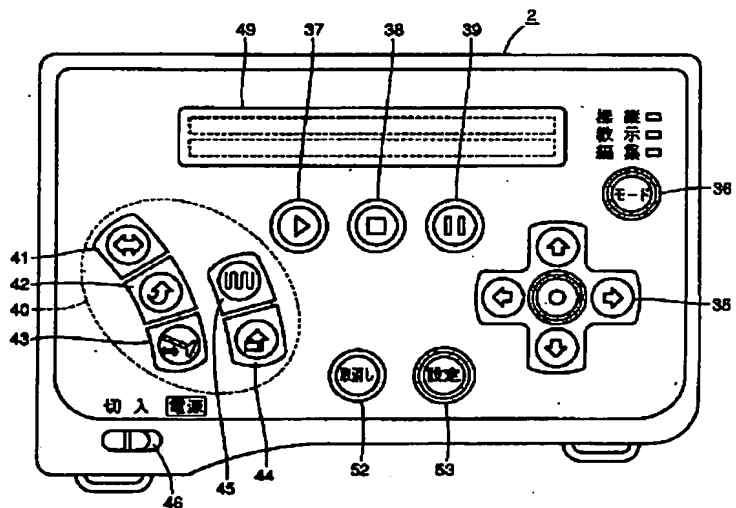
28 メモリ

30 走行部

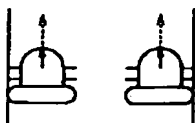
【図1】



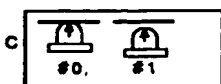
【図2】



【図13】 【図14】



【図26】



【図15】



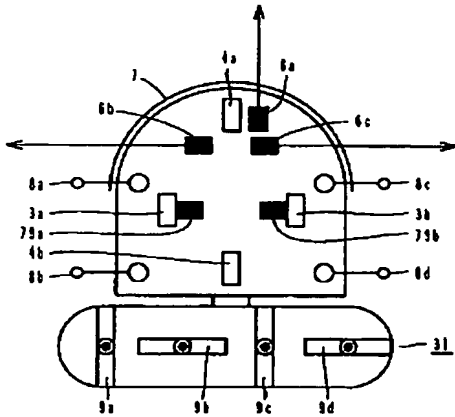
【図16】



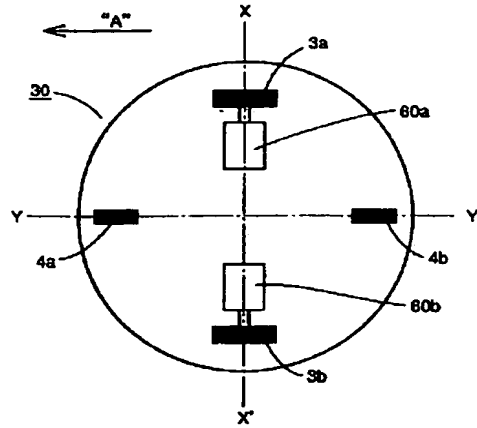
【図17】 【図25】



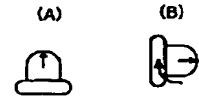
【図3】



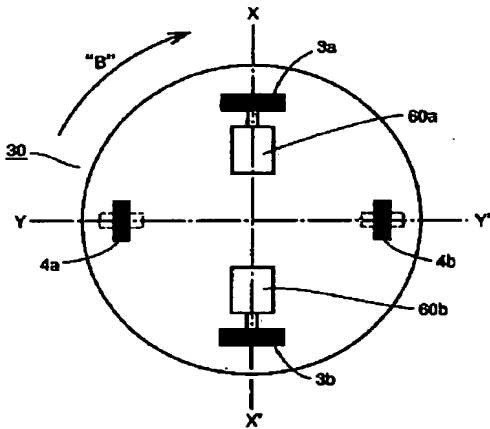
【図4】



【図28】

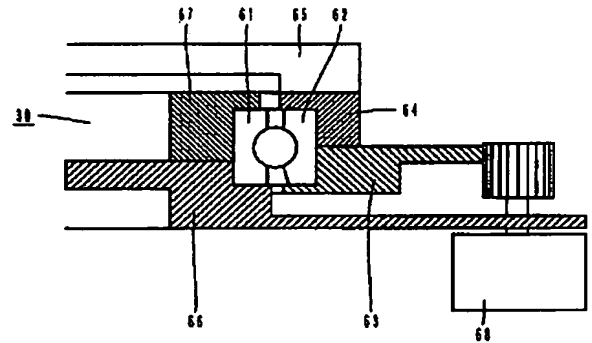


【図5】

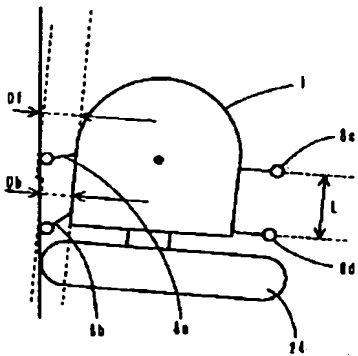


【図6】

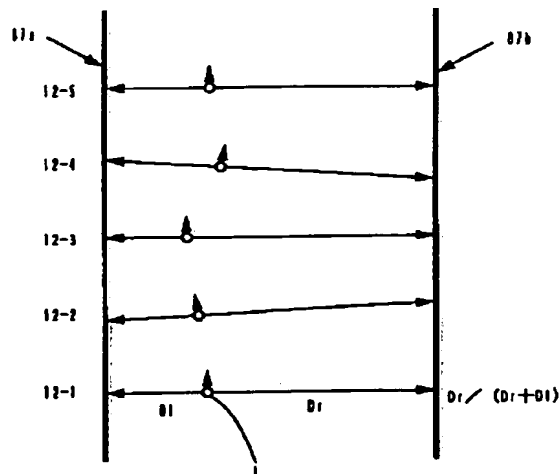
回転中心



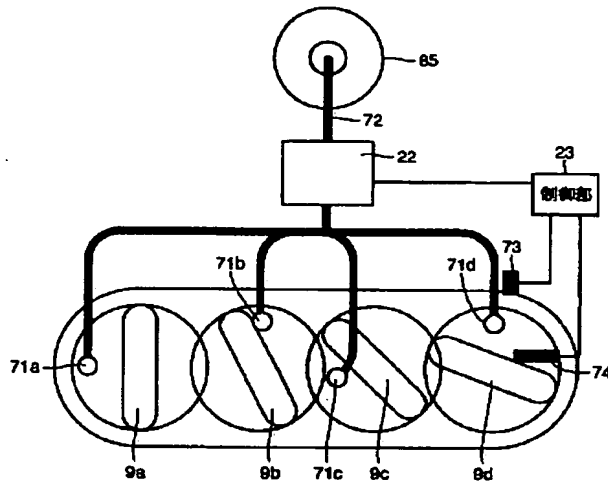
【図18】



【図20】

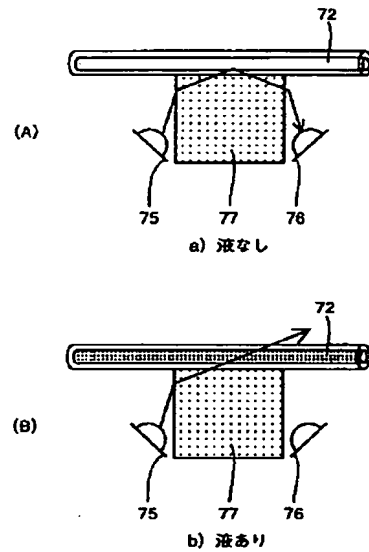


【図7】

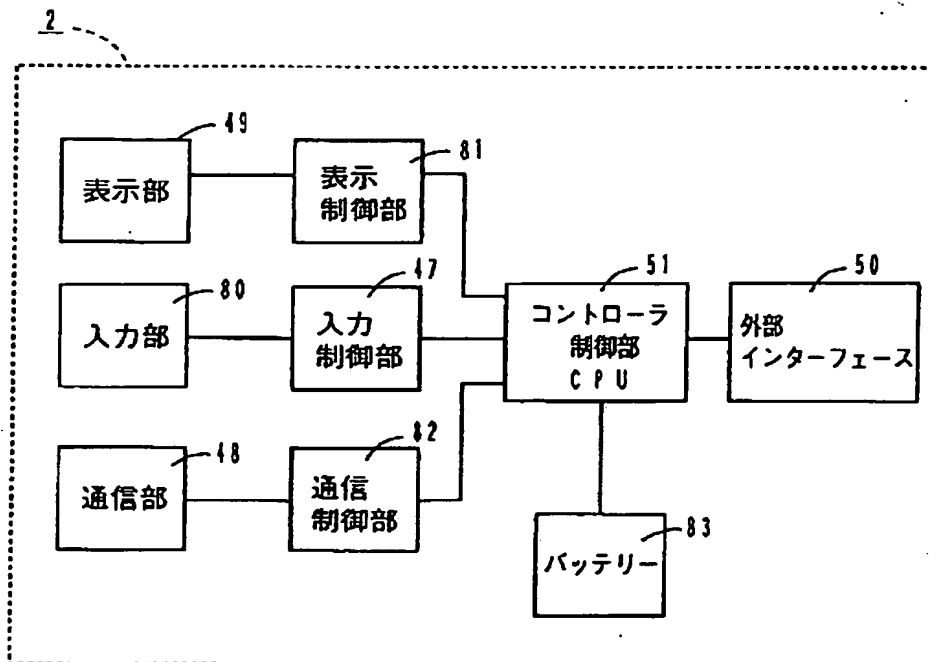


【図8】

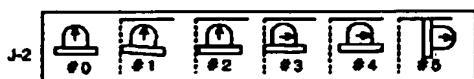
液センサモジュールの模式図



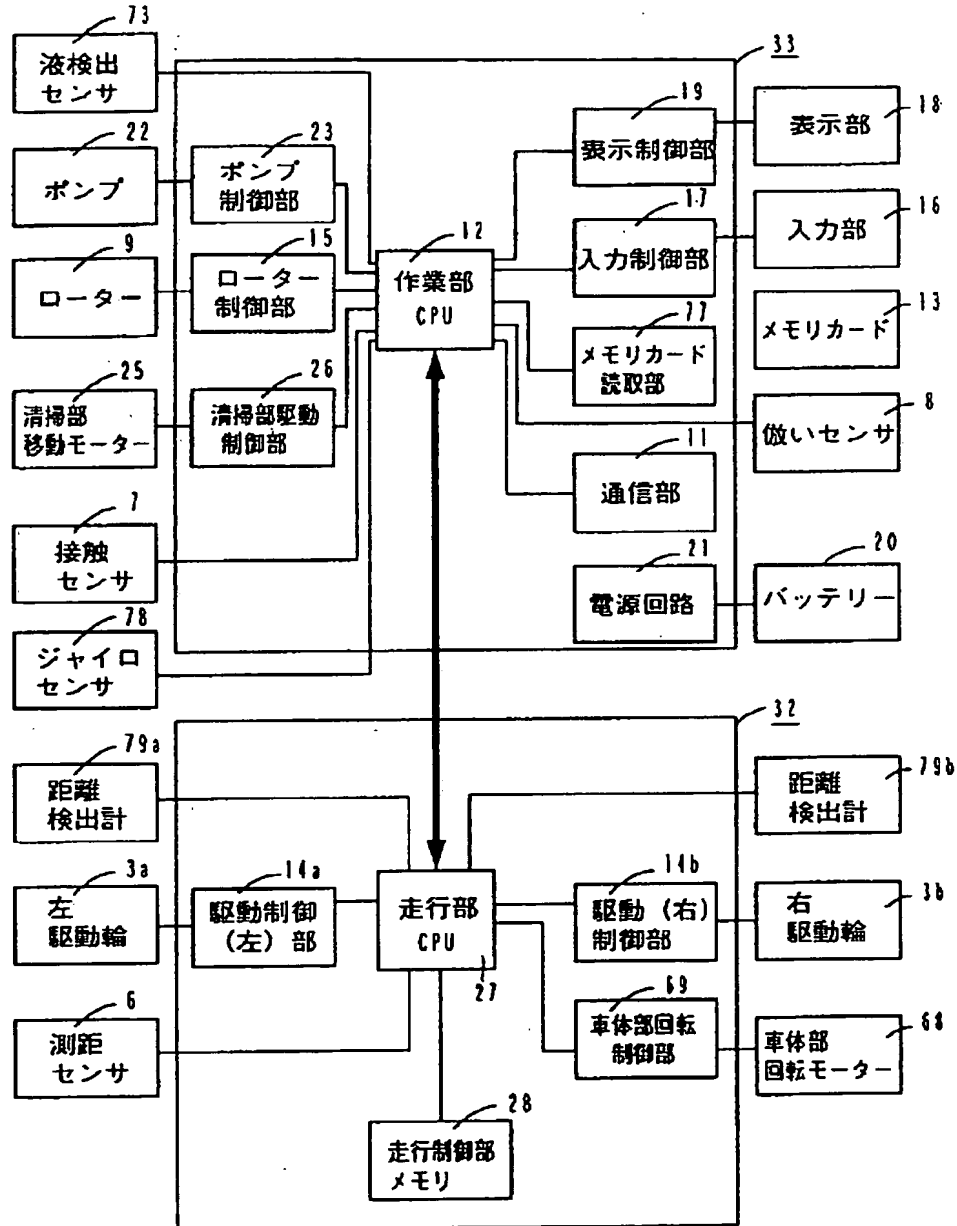
【図10】



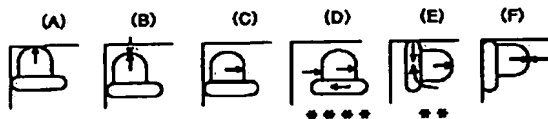
【図27】



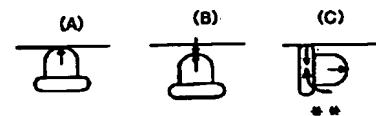
【図9】



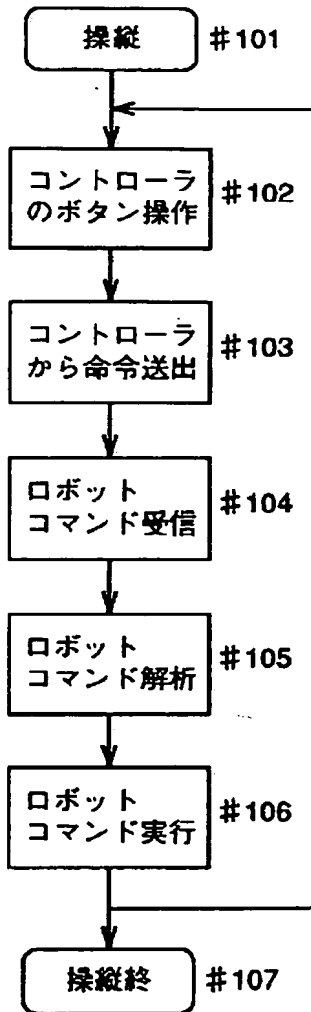
【図29】



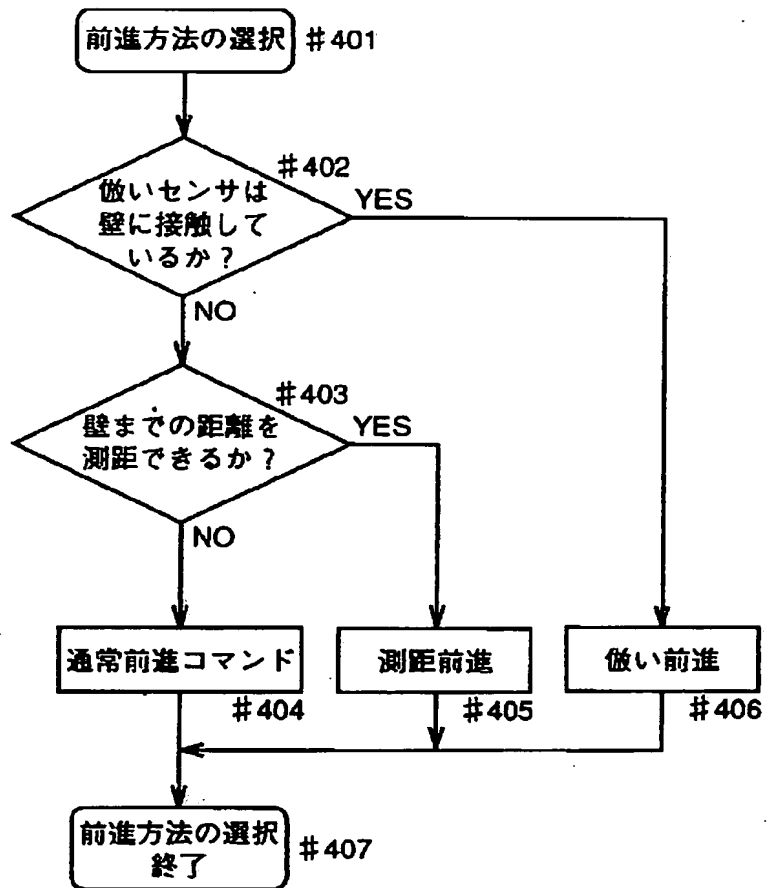
【図30】



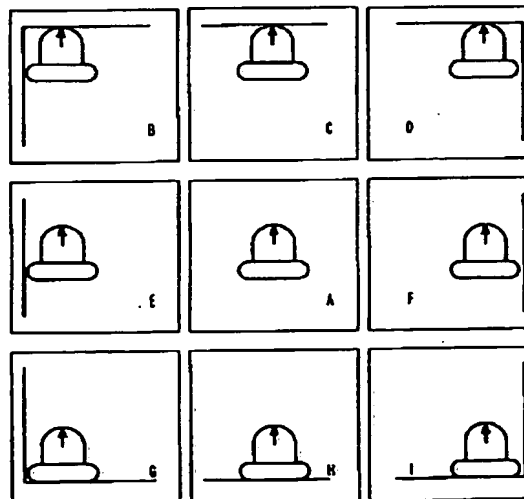
【図11】



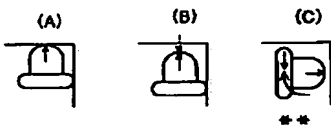
【図12】



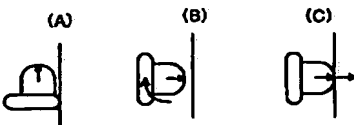
【図23】



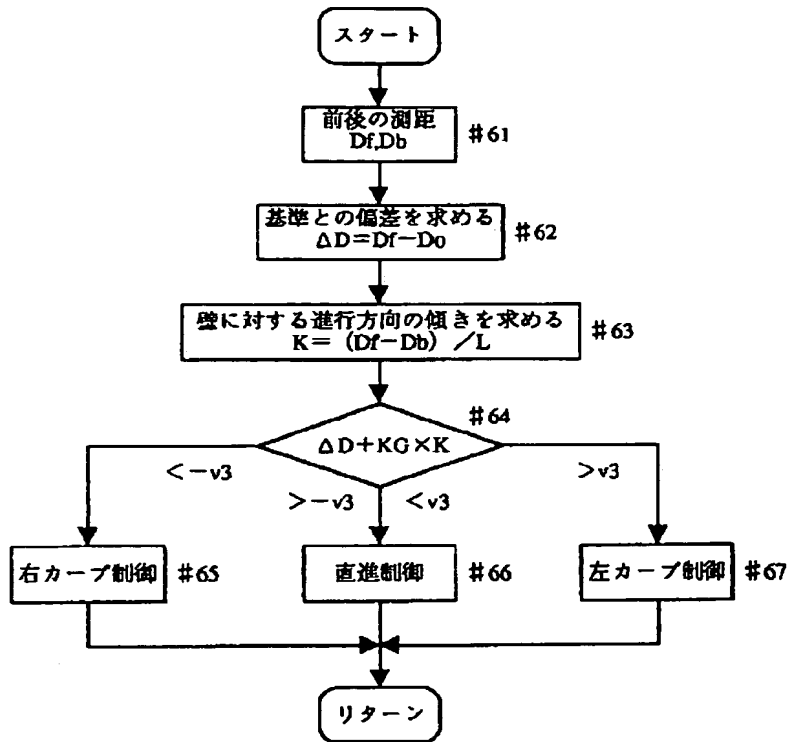
【図31】



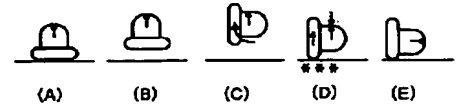
【図33】



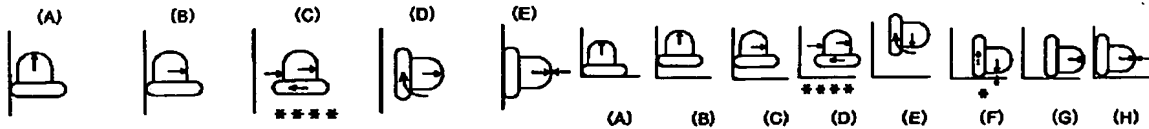
【図19】



【図35】

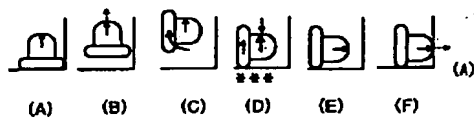


【図32】

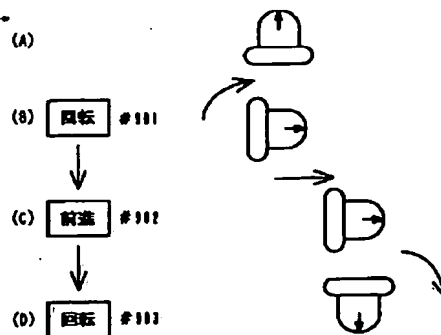


【図34】

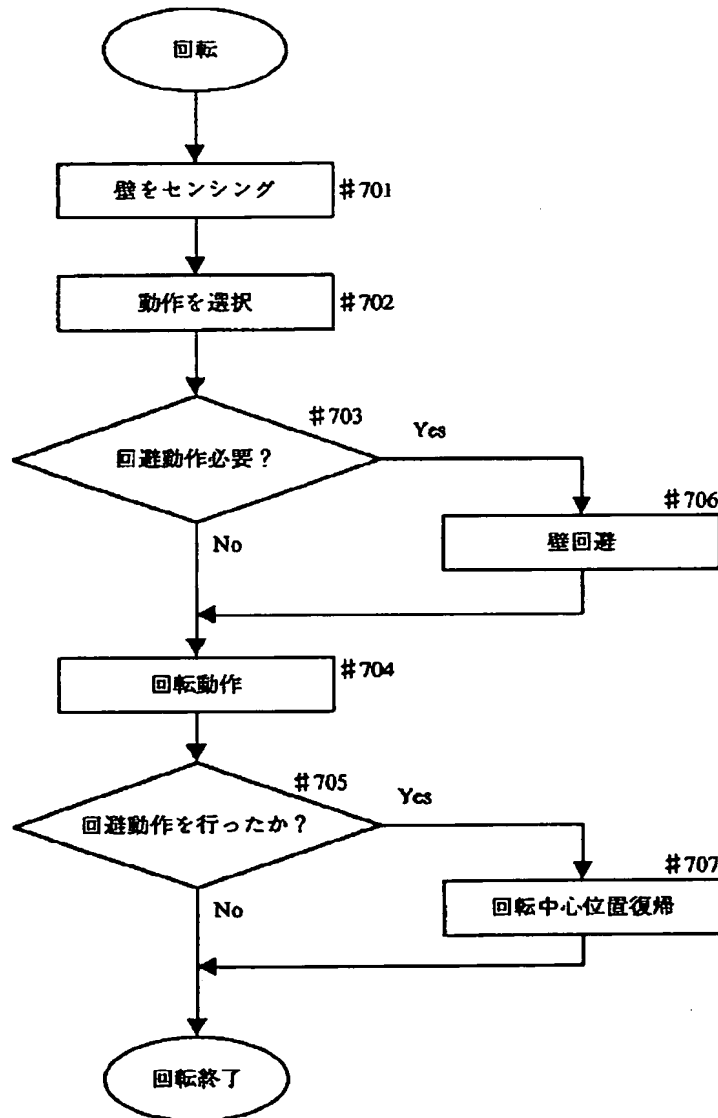
【図36】



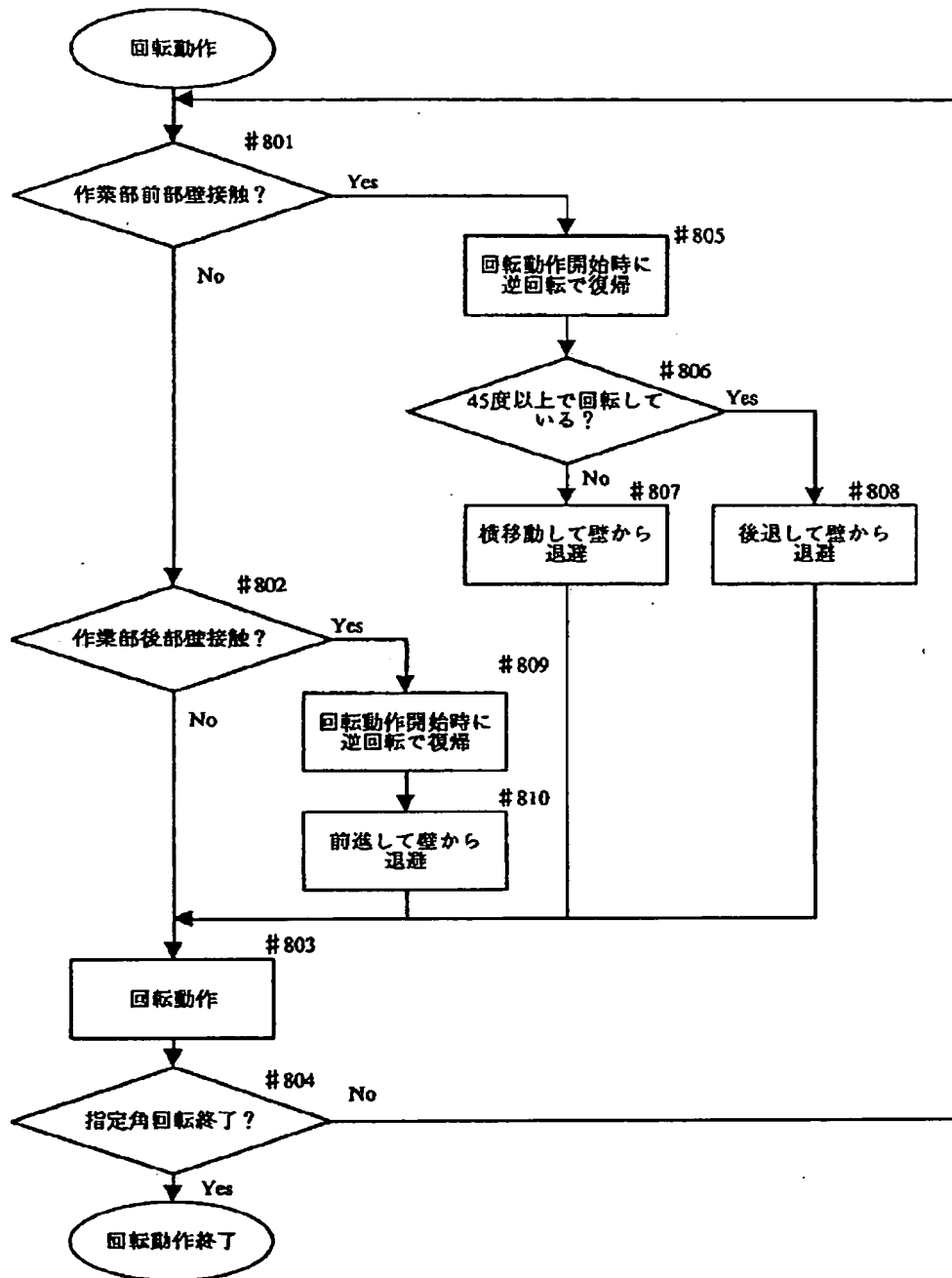
【図37】



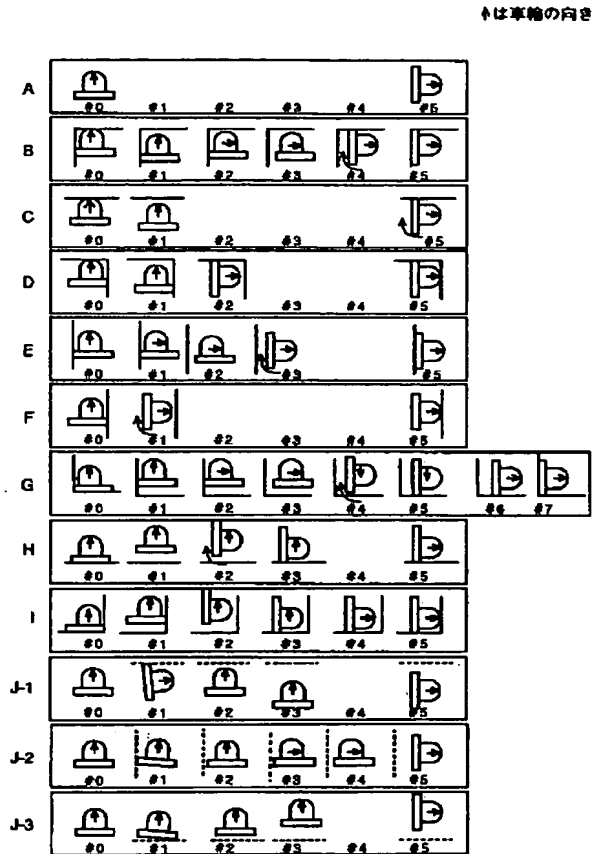
【図21】



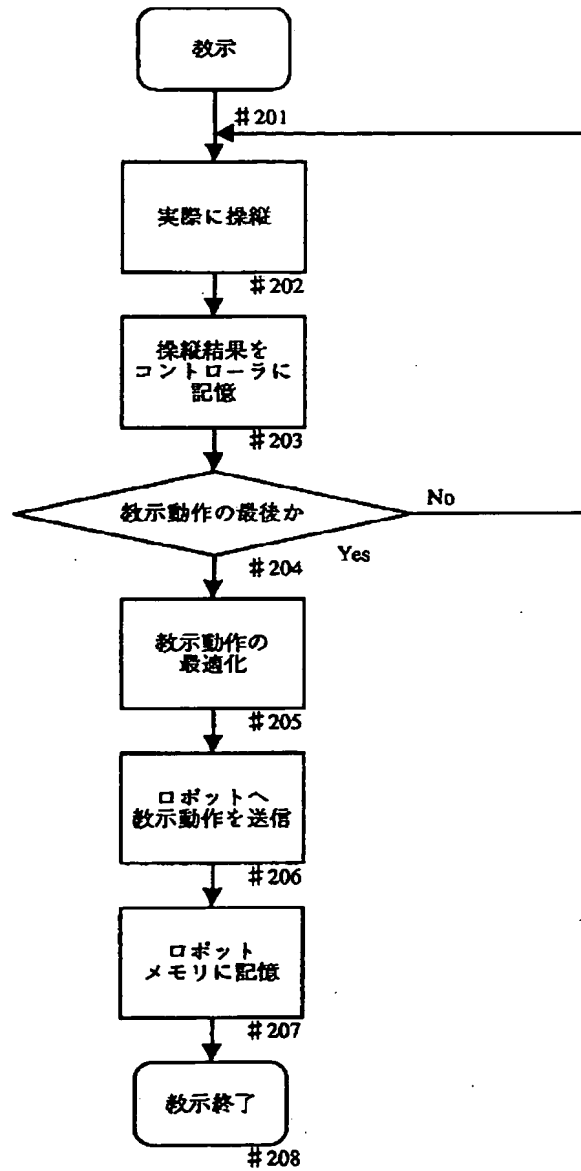
【図22】



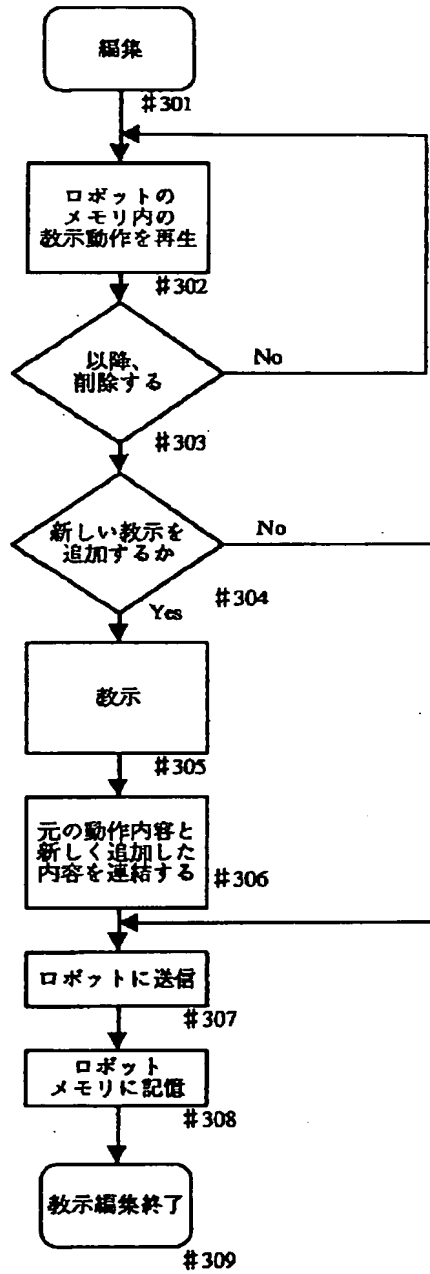
【図24】



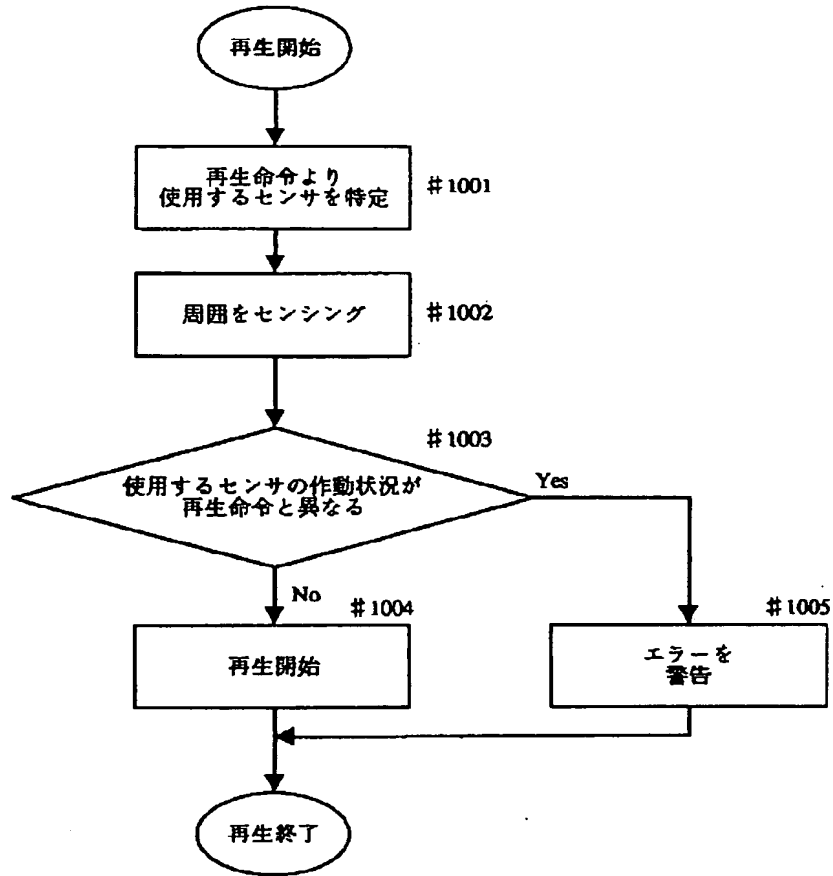
【図38】



【図39】



【図40】



フロントページの続き

(72)発明者 金藤 靖尚
大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国
際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 川越 宣和
大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国
際ビル ミノルタ株式会社内